

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel cell cooling water network which consists of a cooling-water-flow network containing a fuel cell cooling pipe, a cooling water circulating pump, and a steam separator equipped with a wastewater means, and a cooling water supply network equipped with a cooling water supply means to supply cooling water to this cooling-water-flow network The fuel cell cooling water network characterized by arranging a water quality monitor means to supervise the water quality of cooling water, and controlling the wastewater means of said steam separator, and the cooling water supply means of said cooling water supply network based on the signal of this water quality monitor means in said cooling-water-flow network.

[Claim 2] Said water quality monitor means is a fuel cell cooling water network according to claim 1 characterized by supervising pH of cooling water.

[Claim 3] Said water quality monitor means is a fuel cell cooling water network according to claim 1 characterized by supervising the conductivity of cooling water.

[Claim 4] It is the fuel cell cooling water network according to claim 1 to 3 characterized by forming the water-contacting section of said fuel cell cooling water network with a corrosion resistance ingredient, and forming a fuel cell cooling pipe with the ingredient which also has the insulating engine performance further.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the fuel cell which generates electricity by making fuel gas and an oxidizer react through an electrolyte.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional fuel cell structure of a system is explained with reference to Fig. 2. Among drawing, in the thick continuous line, the path of cell cooling water and a thin continuous line show the path of fuel gas and an oxidizer, and the broken line shows the path of a steam. The body 1 of a fuel cell has the structure which sandwiched the electrolyte plate by porous fuel electrode 1a and oxidizer pole 1b. As an

electrolyte plate, poly membranes, such as what infiltrated liquid electrolytes, such as a potassium hydroxide, a phosphoric acid, and a melting carbonate, into the porosity matrix, and ceramics like fully stabilized zirconia or a fluororesin system sulfonic acid, are used. The air to which fuel gas, such as hydrogen, contains oxygen in oxidizer pole 1b is sent into fuel electrode 1a, respectively, and the current generated when an oxidizer carries out a cell reaction to fuel gas through an electrolyte is taken out from Electrodes 1a and 1b by the external circuit. The gas which was not consumed at a reaction is discharged out of a system.

[0003] Since a cell reaction is exothermic reaction, in order to control the reaction temperature under operation, the body 1 of a fuel cell is cooled with cooling water. The cell cooling water network 2 is constituted by water tank 2a, water supply condensator 2b, and water-treating-unit 2c, 2d of feed pumps, steam separator 2e, 2f of cell cooling water coolers, 2g of cooling water circulating pumps, and 2h of cell coolers. Water-treating-unit 2c performs adjustment of pH and conductivity including ion exchange resin, a filter, a charcoal filter, etc. After being cooled by water supply condensator 2b to the temperature below the heat-resistant temperature of the ion exchange resin in water-treating-unit 2c and processing the cooling water led to water tank 2a from the source of water supply by water-treating-unit 2c, it is sent into steam separator 2e by 2d of feed pumps. After being cooled to predetermined temperature by 2f of cell cooling water coolers, the cell cooling water which became an elevated temperature here is led to 2h of body cooling pipes of a fuel cell by 2g of cooling water circulating pumps, and cools the body 1 of a fuel cell. The cell cooling water which absorbed the heat generated in the cell reaction is again led to steam separator 2e. In addition, the high temperature steam generated in steam separator 2e is supplied within and without a system. And the amount of water which decreased out of the cooling water network by this steam supply is supplied from water tank 2a by 2d of feed pumps.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the cooling water network of the above-mentioned conventional fuel cell system, the cell cooling water from the source of water supply needed to be water quality adjusted, and water supply condensator 2b which cools water-treating-unit 2c and water supply containing the ion exchange resin for water quality adjustment to the temperature below the heat-resistant temperature of ion exchange resin was indispensable. Consequently, the system became intricately expensive and there was a problem of interruption of operation accompanying the exchange by degradation and its exchange of ion exchange resin etc. of water treatment material further.

[0005] Furthermore, even if it performs water quality adjustment of cooling water in the phase of water supply like the cooling water network of the conventional fuel cell system Between operations over a long period of time, concentration of an impurity takes place by taking out a steam from steam separator 2e regularly. It became clear that pH and the conductivity of the flowing cooling water shift from a setting range, and the problem which

piping of a cooling water network corrodes or a cooling pipe blockades by deposit of the particle to a cooling pipe wall may produce the inside of 2h of body cooling pipes of a fuel cell. However, since the cooling water network of the conventional fuel cell system did not have a means to control the water quality of the cooling water which is actually flowing the inside of 2h of body cooling pipes of a fuel cell, it was not able to respond to a change of the water quality of the cooling water which is flowing the inside of a closed circuit with time.

[0006] This invention aims at offering the cooling water network of a fuel cell system which can adjust the water quality of fuel cell cooling water to the range which a problem does not produce in practice certainly by the easy equipment configuration in view of the trouble of the above-mentioned conventional technique, and can aim at mitigation of maintenance control.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The cooling-water-flow network in which a fuel cell cooling pipe, a cooling water circulating pump, and a steam separator equipped with a wastewater means are included by the above-mentioned purpose, In the fuel cell cooling water network which consists of a cooling water supply network equipped with a cooling water supply means to supply cooling water to this cooling-water-flow network A water quality monitor means to supervise the water quality of cooling water in a cooling-water-flow network is arranged, and it is attained by controlling the wastewater means of said steam separator, and the cooling water supply means of said cooling water supply network based on the signal of this water quality monitor means. A water quality monitor means may generate a signal, if pH or the conductivity of cooling water is measured and the time amount rate of change of the measured value or measured value exceeds a predetermined threshold.

[0008] Moreover, the water-contacting section of a fuel cell cooling water network is formed with a corrosion resistance ingredient, and a fuel cell cooling pipe is formed with the ingredient which also has the insulating engine performance further.

[0009]

[Function] The water quality of the cooling water which circulates through the inside of the cooling-water-flow network containing a fuel cell cooling pipe, a cooling water circulating pump, and a steam separator equipped with a wastewater means is continuously monitored with a water quality monitor means. When a water quality monitor means detects the sign of water quality aggravation of cooling water, or aggravation, some cooling water through which it circulates is discharged from a cooling-water-flow network. Since the cooling water with which water quality deteriorated when only the amount corresponding to the discharged cooling water supplied cooling water in a cooling-water-flow network from a cooling water supply network is permuted by fresh cooling water, it can prevent that the water quality of the cooling water which circulates through the inside of a cooling-water-flow network deteriorates.

[0010] Moreover, it prevents the device connected to piping of a cooling water network and it corroding, and worsening the water quality of cooling water by being a fuel cell cooling

water network, and forming the water-contacting section of the device connected to it with the ingredient which has corrosion resistance, and forming a fuel cell cooling pipe with the ingredient which also has the insulating engine performance further. Since trouble will not be caused to operation of a fuel cell even if it can control that it is controlled that an electrochemical reaction advances in the part of a cooling pipe, and the impurity in cooling water deposits, and a current flows [ be / it / under / cooling water / passing ] from the part of a cooling pipe and the conductivity of cooling water is comparatively high if a fuel cell cooling pipe is constituted from an ingredient which also has the insulating engine performance, it is convenient. It can perform giving corrosion resistance to the water-contacting section of a cooling water network by performing Teflon (trademark) coating to piping made from stainless steel, and a fluorine compound like Teflon as a fuel cell cooling pipe ingredient or the silicon compound which has corrosion resistance and insulation can be used.

[0011]

[Example] One example of this invention is explained using the schematic diagram of the fuel cell system of Fig. 1. In Fig. 1, since the part which attached the same sign as Fig. 2 expresses the part to which the conventional fuel cell system tree explained in Fig. 2 corresponds, the explanation about them is omitted and only the cooling water network which differs in a conventional fuel cell system and a conventional configuration will be explained here.

[0012] The fuel cell cooling water network consists of a cooling-water-flow network which consists of steam separator 2e which has a drain, 2f of cell cooling water coolers, water quality supervisory equipment 2i, 2g of cooling water circulating pumps, and 2h of fuel cell cooling pipes, and a cooling water supply network which consists of source of water supply, and water tank 2a, and 2d of feed pumps, and supplies cooling water to steam separator 2e in said cooling-water-flow network. Between the drain outlet of steam separator 2e in a cooling-water-flow network and the source of water supply of a cooling water supply network, and water tank 2a, control valves 2k and 2j are formed, respectively.

[0013] The cell cooling water from the source of water supply is led to water tank 2a, and is further sent into steam separator 2e by 2d of feed pumps. After being cooled by suitable temperature by 2f of cell cooling water coolers, the cell cooling water which became an elevated temperature here is led to 2h of body cooling pipes of a fuel cell by 2g of cooling water circulating pumps, and cools the body 1 of a fuel cell. The body 1 of a fuel cell is passed, and the cooling water used as an elevated temperature is again led to steam separator 2e, and circulates through the inside of said cooling-water-flow network. In addition, the high temperature steam generated in steam separator 2e is supplied within and without a system, and use is presented with it.

[0014] Water quality supervisory equipment 2i prepared between 2f of cell cooling water coolers and 2g of cooling water circulating pumps acts as the monitor of the water quality of the cooling water in a cell cooling-water-flow network. This water quality monitor means may generate a signal, if pH or the conductivity of cooling water is measured and the time

amount rate of change of that measured value or measured value exceeds a predetermined threshold, and as a measurement means, a known pH meter and a known conductivity meter can be used for it. When a pH meter is adopted as a measurement means, pH of cooling water separates from the range of 4-8, a water quality aggravation signal is generated, a conductivity meter is adopted and the conductivity of cooling water exceeds for example, 6microS/cm, a water quality aggravation signal is generated. Or it acts as the monitor of pH or the conductivity of cooling water with time, and when the occurrence in the condition that the condition that the value of pH separates from the range of 4-8, considering the aging, or conductivity exceeds 6microS/cm is expected, you may make it generate a water quality aggravation signal. In addition, it does not pass over the threshold of pH mentioned here and conductivity to instantiation to the last, but the numeric value is the thing of the property which this contractor can set up suitably in the design of a concrete fuel cell system.

[0015] While 2d of feed pumps prepared in water supply Rhine operates, solenoid-valve 2k prepared in the drain line of steam separator 2e will be opened, and if a water quality aggravation signal is generated from water quality supervisory equipment 2i, water quality adjustment of some cooling water in a cooling-water-flow network will be automatically carried out by being exchanged for the cooling water from the source of water supply so that the cooling water in a cooling-water-flow network may become a value predetermined in the pH or conductivity. In addition, 2h of water quality supervisory equipment can also be prepared between 2g of cooling water circulating pumps, and 2h of body cooling pipes of a fuel cell.

[0016] pH and the conductivity in a cell cooling water network can be examined as follows. now and an  $F_0$  [l/h]:water-supply-amounts  $F_2$  [l/h]:drain -- amount of water -- the total high impurity concentration  $C$  under  $C_0$  [eq/h]:water supply High impurity concentration  $V$  in [eq/h]:cell cooling water [ l ]:cell cooling water network content volume  $T$  [ h ]:operation time  $CT$  : Change of a constant term, then the high impurity concentration in a cell cooling-water-flow network can be approximated by the following (1) formula.

[0017]

[0018] (1) It is [0019] when a formula is solved.

[0020] Therefore, [0021]

[0022] Since it is  $C=0$  [eq/l] at the time of  $T=0$  [h], it is [0023].

[0024] This is substituted for (2) types and it is [0025].

[0026] Therefore, [0027]

[0028] Therefore, the high impurity concentration  $C$  in cell cooling water is [0029].

[0030] It becomes. Solenoid-valve 2k and 2d of feed pumps are automatically controlled by the signal from water quality supervisory equipment 2i, total cation and total anion concentration in the cell cooling water when exchanging the cooling water in a cooling-water-flow network for the cooling water from the source of water supply at a rate of F2 [l/h] are computed by (1) - (3) type, and aging of pH and conductivity is examined from this result.

[0031] Drawing 3 is drawing showing the total cation in cell cooling water, and aging of the total anion concentration, and operation time is taken along an axis of abscissa, and it has taken concentration along the axis of ordinate. In not performing water quality management of cooling water, it originates in an impurity mainly being condensed by the ejection of the steam from steam separator 2e in cooling water during operation of a fuel cell, and as a broken line shows to drawing 3 , the total cation and the total anion concentration in cell cooling water increase linearly. in connection with it, a broken line also shows pH and the conductivity of cell cooling water to drawing 4 and drawing 5 -- as -- linear -- changing -- just -- being alike -- the situation which trouble produces is invited to operation of a fuel cell.

[0032] On the other hand, when the conductivity of the cooling water for example, in a cooling-water-flow network is monitored continuously and the value is set to 5.0 by water quality supervisory equipment 2i according to this invention, a water quality aggravation signal is generated. By opening solenoid-valve 2k prepared in the drain line of steam separator 2e while operating 2d of feed pumps prepared in water supply Rhine When the cooling water in a cooling-water-flow network was exchanged for the fresh cooling water from the source of water supply at a rate of 20l/h, as shown in drawing 5 , the conductivity of cooling water reached the balance near 5.6microS/cm about 100 hours after the start up. At this time, it was admitted that the increment was suppressed as a continuous line shows the total cation and the total anion concentration in cooling water to drawing 3 . pH had also reached the balance in the 4.5 neighborhoods in about 60 hours after a start up, as a continuous line showed to drawing 4 .

[0033] Although the flow rate of the cooling water which sets the threshold of the conductivity which generates a water quality aggravation signal as a value lower than a balanced value, and is exchanged was set up uniformly and water quality control was performed in this example, it is also possible to perform feedback control so that it may balance with the value which inputted the conductivity measurement signal and threshold signal of cooling water into the error amplifier, for example, and the conductivity of cooling water set up. Moreover, the rate of change can be supervised with the value of conductivity, the flow rate of cooling water exchange can be increased [ when it is judged that the cooling water in a cooling-water-flow network is getting worse rapidly, before reaching the threshold to which the value of conductivity was set, cooling water exchange can be started, or ], and it can also be made to correspond to an abrupt change.

[0034] In addition, the same result is obtained even if pH of cooling water performs a water

quality monitor and control of cooling water. Since the cell cooler consists of the quality of the materials also with insulating engine performance like a fluororesin compound like Teflon, or a silicon compound again in the quality of the material which has corrosion resistance like Teflon and the water-contacting section the device used for a cell cooling water system and for equipments is suppressing water pollution and conductivity to the minimum, there is no fuel cell operation top problem.

[0035]

[Effect of the Invention] Since the water treating unit which contains the ion exchange resin needed conventionally in the fuel cell which fuel gas and an oxidizer are made to react and is generated becomes unnecessary according to this invention, an equipment configuration becomes very easy. Moreover, the need for a maintenance service called playback and exchange of ion exchange resin is also lost. Furthermore, since the water quality of actual cooling water is monitored continuously and water quality management is performed, even if the impurity in cooling water is condensed and cooling water water quality deteriorates by taking out a steam from a steam separator during operation of a fuel cell, the change can be coped with immediately.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The schematic diagram of the fuel cell system by this invention.

[Drawing 2] The schematic diagram of the conventional fuel cell system.

[Drawing 3] Drawing showing aging of the total cation and total anion concentration in cell cooling water.

[Drawing 4] Drawing showing aging of pH of cell cooling water.

[Drawing 5] Drawing showing aging of the conductivity of cell cooling water.

[Description of Notations]

1 Body of Fuel Cell

1a Fuel electrode

1b Oxidizer pole

2 Cell Cooling Water System

2a Water tank

2b Water supply condensator

2c Water treating unit

2d Feed pump

2e Steam separator

2f Cell cooling water cooler

2g Cooling water circulating pump

2h Body cooling pipe of a fuel cell

2i Water quality supervisory equipment

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-223852

(43)公開日 平成 6年(1994) 8月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

J  
Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-8413

(22)出願日 平成 5年(1993) 1月21日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6番地

(71)出願人 000233228

日立協和工業株式会社

茨城県日立市弁天町 3丁目10番 2号

(72)発明者 茂木 学

茨城県日立市弁天町三丁目10番 2号 日立  
協和工業株式会社内

(72)発明者 佐藤 隆雄

茨城県日立市幸町三丁目 1番 1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

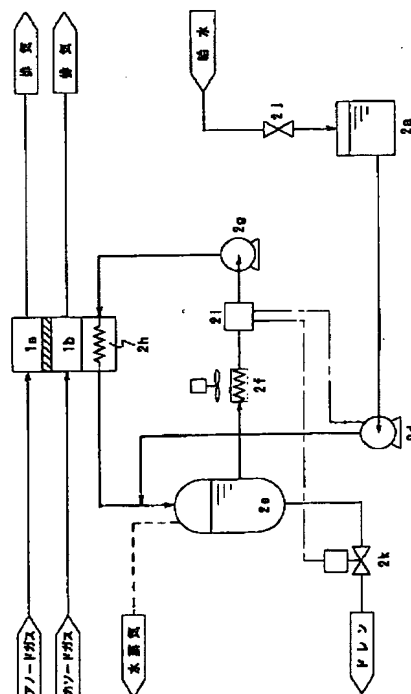
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【目的】 燃料電池冷却水の水質を實際上問題が生じない範囲に確実に調整でき、かつ保守管理の軽減をはかることのできる燃料電池システムの冷却水システムを提供する。

【構成】 冷却水循環系統中に冷却水の水質を監視する水質監視手段 2 i を配置し、該水質監視手段の信号に基づいて水蒸気分離器 2 e の排水手段 2 k 及び冷却水補給系統の冷却水補給手段 2 d を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池冷却管、冷却水循環ポンプ、及び排水手段を備える水蒸気分離器を含む冷却水循環システムと、該冷却水循環システムに冷却水を補給する冷却水補給手段を備える冷却水補給システムとからなる燃料電池冷却水システムにおいて、

前記冷却水循環システム中に冷却水の水質を監視する水質監視手段を配置し、該水質監視手段の信号に基づいて前記水蒸気分離器の排水手段及び前記冷却水補給システムの冷却水補給手段を制御することを特徴とする燃料電池冷却水システム。

【請求項 2】 前記水質監視手段は冷却水の pH を監視することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池冷却水システム。

【請求項 3】 前記水質監視手段は冷却水の導電率を監視することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池冷却水システム。

【請求項 4】 前記燃料電池冷却水システムの接水部は耐腐食性材料で形成され、燃料電池冷却管はさらに絶縁性能をも有する材料で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の燃料電池冷却水システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料ガスと酸化剤とを電解質を介して反応させることにより発電を行う燃料電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池システムの構成を第 2 図を参照して説明する。図中、太い実線は電池冷却水の経路、細い実線は燃料ガス及び酸化剤の経路、破線は水蒸気の経路を示している。燃料電池本体 1 は、電解質板を多孔質の燃料極 1 a 及び酸化剤極 1 b で挟んだ構造を有している。電解質板としては、水酸化カリウム、リン酸、溶融炭酸塩等の液体電解質を多孔質マトリックスに含浸させたものや安定化ジルコニアのようなセラミックス又はフッ素樹脂系スルホン酸等の高分子膜が用いられる。燃料極 1 a には水素等の燃料ガスが、酸化剤極 1 b には酸素を含む空気が夫々送り込まれ、燃料ガスと酸化剤が電解質を介して電池反応するとき発生する電流は電極 1 a 及び 1 b から外部回路に取り出される。反応で消費されなかったガスは系外に排出される。

【0003】電池反応は発熱反応であるので、運転中の反応温度を制御するため燃料電池本体 1 は冷却水により冷却されている。電池冷却水システム 2 は、水タンク 2 a、給水冷却器 2 b、水処理装置 2 c、給水ポンプ 2 d、水蒸気分離器 2 e、電池冷却水冷却器 2 f、冷却水循環ポンプ 2 g 及び電池冷却管 2 h により構成されている。水処理装置 2 c はイオン交換樹脂、ろ過装置、活性炭フィルターなどを含み、pH 及び導電率の調整を行う。給水源から水タンク 2 a に導かれた冷却水は、給水冷却器 2

b により水処理装置 2 c 中のイオン交換樹脂の耐熱温度以下の温度まで冷却されて、水処理装置 2 c で処理された後、給水ポンプ 2 d により水蒸気分離器 2 e へ送り込まれる。ここで高温となった電池冷却水は電池冷却水冷却器 2 f で所定温度まで冷却された後、冷却水循環ポンプ 2 g により燃料電池本体冷却管 2 h に導かれ、燃料電池本体 1 を冷却する。電池反応で発生した熱を吸収した電池冷却水は、再び水蒸気分離器 2 e に導かれる。なお、水蒸気分離器 2 e で発生する高温水蒸気は系内外に供給される。そして、この水蒸気供給によって冷却水系統中から減少した水量は、給水ポンプ 2 d によって水タンク 2 a から補給される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の燃料電池システムの冷却水システムにおいては、給水源からの電池冷却水の水質調整が必要であり、水質調整のためのイオン交換樹脂を含む水処理装置 2 c 及び給水をイオン交換樹脂の耐熱温度以下の温度まで冷却する給水冷却器 2 b が不可欠であった。その結果、システムが複雑高価になり、さらにイオン交換樹脂等の水処理材の性能低下による交換及びその交換に伴う運転の中断という問題があった。

【0005】さらに、従来の燃料電池システムの冷却水システムのように給水の段階で冷却水の水質調整を行ったとしても、水蒸気分離器 2 e から水蒸気を定常的に取り出すことにより長期間にわたる運転の間には不純物の濃縮が起こり、燃料電池本体冷却管 2 h 中を流れる冷却水の pH 及び導電率が設定範囲からはずれて、冷却水システムの配管が腐食したり冷却管内壁への粒子の析出によって冷却管が閉塞したりする問題が生じることが明らかになった。しかし、従来の燃料電池システムの冷却水システムは、実際に燃料電池本体冷却管 2 h 中を流れている冷却水の水質を制御する手段を有していなかったため、閉回路中を流れている冷却水の水質の経時的変化に対応することができなかった。

【0006】本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、簡単な装置構成で燃料電池冷却水の水質を実際上問題が生じない範囲に確実に調整することができ、かつ保守管理の軽減をはかることのできる燃料電池システムの冷却水システムを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、燃料電池冷却管、冷却水循環ポンプ、及び排水手段を備える水蒸気分離器を含む冷却水循環システムと、該冷却水循環システムに冷却水を補給する冷却水補給手段を備える冷却水補給システムとからなる燃料電池冷却水システムにおいて、冷却水循環システム中に冷却水の水質を監視する水質監視手段を配置し、該水質監視手段の信号に基づいて前記水蒸気分離器の排水手段及び前記冷却水補給システムの冷却水補給手段を制御することにより達成される。水質監視手段は、冷却水の pH 又は導電率を測定し、その測定値あるいは測定値の

時間変化率が所定の閾値を越えると信号を発生するものであってよい。

【0008】また、燃料電池冷却水システムの接水部は耐腐食性材料で形成され、燃料電池冷却管はさらに絶縁性能をも有する材料で形成される。

【0009】

【作用】燃料電池冷却管、冷却水循環ポンプ、及び排水手段を備える水蒸気分離器を含む冷却水循環系統中を循環する冷却水の水質を水質監視手段によって常時監視し、水質監視手段が冷却水の水質悪化又は悪化の前兆を検知したとき、循環している冷却水の一部を冷却水循環系統から排出し、その排出した冷却水に見合った量だけ冷却水補給系統から冷却水循環系統内に冷却水を補給することによって、水質が悪化した冷却水が新鮮な冷却水で置換されるので、冷却水循環系統中を循環する冷却水の水質が悪化するのを防止することができる。

【0010】また、燃料電池冷却水システムの及びそれに接続される機器の接水部を耐腐食性を有する材料で形成し、燃料電池冷却管をさらに絶縁性能をも有する材料で形成することによって、冷却水システムの配管及びそれに接続されている機器が腐食して冷却水の水質を悪化させることを防止する。燃料電池冷却管を絶縁性能をも有する材料で構成すると、冷却管の部分で電気化学的反応が進行して冷却水中の不純物が析出することが抑制され、また冷却管の部分から電流が冷却水中を流れて流れるのを抑制でき冷却水の導電率が比較的高くても燃料電池の運転に支障をきたすことがないので好都合である。冷却水システムの接水部に耐腐食性をもたせることは例えばステンレス製の配管にテフロン（登録商標）コーティングを施すことによって行うことができ、耐腐食性及び絶縁性を有する燃料電池冷却管材料としては例えばテフロンのようなフッ素化合物又は珪素化合物を用いることができる。

【0011】

【実施例】本発明の一実施例を第1図の燃料電池システムの系統図を用いて説明する。第1図において、第2図と同一の符号を付した部分は、第2図で説明した従来の燃料電池システム系統図の対応する部分を表しているもので、それらについての説明は省略し、ここでは従来の燃料電池システムと構成を異にする冷却水系統についての説明することにする。

【0012】燃料電池冷却水系統は、ドレンを有する水蒸気分離器2e、電池冷却水冷却器2f、水質監視装置2i、冷却水循環ポンプ2g及び燃料電池冷却管2hからなる冷却水循環系統と、給水源、水タンク2a及び給水ポンプ2dからなり前記冷却水循環系統中の水蒸気分離器2eに冷却水を補給する冷却水補給系統とから構成されている。冷却水循環系統中の水蒸気分離器2eのドレン出口及び冷却水補給系統の給水源と水タンク2aの間には、それぞれ制御弁2k及び2jが設けられてい

る。

【0013】給水源からの電池冷却水は水タンク2aに導かれ、さらに給水ポンプ2dにより水蒸気分離器2eに送り込まれる。ここで高温となった電池冷却水は電池冷却水冷却器2fで適当な温度に冷却された後、冷却水循環ポンプ2gにより燃料電池本体冷却管2hに導かれて燃料電池本体1を冷却する。燃料電池本体1を通過して、高温となった冷却水は再び水蒸気分離器2eに導かれ、前記冷却水循環系統中を循環する。なお、水蒸気分離器2eで発生する高温水蒸気は系内外に供給されて利用に供される。

【0014】電池冷却水循環系統内の冷却水の水質は、電池冷却水冷却器2fと冷却水循環ポンプ2gの間に設けられた水質監視装置2iによりモニターされる。この水質監視手段は、冷却水のpH又は導電率を測定し、その測定値あるいは測定値の時間変化率が所定の閾値を越えると信号を発生するものであってよく、測定手段としては既知のpH計や導電率計を使用することができる。測定手段としてpH計を採用した場合には冷却水のpHが例えば4～8の範囲をはずれたとき水質悪化信号を発生し、導電率計を採用した場合には冷却水の導電率が例えば $6\mu S/cm$ を越えたとき水質悪化信号を発生する。あるいは、冷却水のpH又は導電率を経時的にモニターし、その経時変化からしてpHの値が4～8の範囲をはずれる状態又は導電率が $6\mu S/cm$ を越える状態の生起が予想されるとき水質悪化信号を発生するようにしてもよい。なお、ここに挙げたpH及び導電率の閾値はあくまでも例示にすぎず、その数値は具体的な燃料電池システムの設計の中で当業者が適宜設定できる性質のものである。

【0015】水質監視装置2iから水質悪化信号が発生されると、給水ラインに設けられた給水ポンプ2dが作動するとともに水蒸気分離器2eのドレンラインに設けられた電磁弁2kが開かれて冷却水循環系統内の冷却水の一部が給水源からの冷却水と交換されることにより、冷却水循環系統内の冷却水は、そのpH又は導電率が所定の値になるように自動的に水質調整される。なお、水質監視装置2hは冷却水循環ポンプ2gと燃料電池本体冷却管2hの間に設けることも可能である。

【0016】電池冷却水系統内のpH及び導電率は以下のように検討できる。いま、

$F_0$  [l/h] : 給水量

$F_2$  [l/h] : ドレン水量

$C_0$  [eq/h] : 給水中の総不純物濃度

$C$  [eq/h] : 電池冷却水内不純物濃度

$V$  [l] : 電池冷却水系統内容積

$T$  [h] : 運転時間

$C_T$  : 定数項

とすれば、電池冷却水循環系統内不純物濃度の変化は、次の(1)式で近似できる。

【0017】

$$\frac{dC}{dT} = \frac{F_0 \cdot C_0 - F_2 \cdot C}{V} \quad (1)$$

【0018】(1)式を解くと、

【0020】よって、

【0019】

【0021】

$$\int \frac{dC}{\frac{F_0 \cdot C_0}{V} - \frac{F_2 \cdot C}{V}} = \int dT$$

$$-\frac{V}{F_2} \log \left( \frac{F_0 \cdot C_0}{V} - \frac{F_2 \cdot C}{V} \right) = T + C_T \quad (2)$$

【0022】 $T=0$  [h] のとき、 $C=0$  [eq/l] であるから、

【0024】これを(2)式に代入して、

【0025】

【0023】

$$C_T = -\frac{V}{F_2} \log \left( \frac{F_0 \cdot C_0}{V} \right)$$

$$T = \frac{V}{F_2} \log \left( \frac{\frac{F_0 \cdot C_0}{V}}{\frac{F_0 \cdot C_0}{V} - \frac{F_2 \cdot C}{V}} \right)$$

【0026】故に、

【0028】よって電池冷却水内不純物濃度Cは、

【0027】

【0029】

$$e^{\frac{F_2}{V} T} = \frac{\frac{F_0 \cdot C_0}{V}}{\frac{F_0 \cdot C_0}{V} - \frac{F_2 \cdot C}{V}}$$

$$C = \frac{F_0 \cdot C_0}{F_2} \left( 1 - e^{-\frac{F_2 \cdot C}{V}} \right) \quad (3)$$

【0030】となる。水質監視装置2 iからの信号にて電磁弁2 k及び給水ポンプ2 dを自動制御し、冷却水循環系統内の冷却水を $F_2$  [l/h]の割合で給水源からの冷却水と交換した時の電池冷却水中の総カチオン・総アニオン濃度を(1)～(3)式により算出し、この結果からpH及び導電率の経時変化を検討する。

【0031】図3は、電池冷却水中の総カチオン及び総アニオン濃度の経時変化を示す図であり、横軸には運転時間を、縦軸には濃度をとってある。冷却水の水質管理を行わない場合には、主に燃料電池の運転中に水蒸気分離器2 eからの水蒸気の取り出しによって冷却水中で不純物が濃縮されることに起因して、図3に破線で示すように、電池冷却水中の総カチオン及び総アニオン濃度は直線的に増大する。それに伴って、電池冷却水のpH及び導電率も図4及び図5に破線で示すように直線的に変

化し、ついには燃料電池の運転に支障が生じる事態を招く。

【0032】これに対して、本発明にしたがい水質監視装置2 iによって例えば冷却水循環系統内の冷却水の導電率を常時監視し、その値が5.0になったとき水質悪化信号を発生して、給水ラインに設けられた給水ポンプ2 dを作動させると共に水蒸気分離器2 eのドレンラインに設けられた電磁弁2 kを開くことによって、2.0 l/hの割合で冷却水循環系統内の冷却水を給水源からの新鮮な冷却水と交換するようにしたところ、図5に示すように、冷却水の導電率は運転開始から約100時間後に5.6  $\mu S/cm$ 付近で平衡に達した。このとき、冷却水中の総カチオン及び総アニオン濃度は、図3に実線で示すように増加が抑えられていることが認められた。pHも、図4に実線で示すように、運転開始後約60時

間で4.5付近で平衡に達していた。

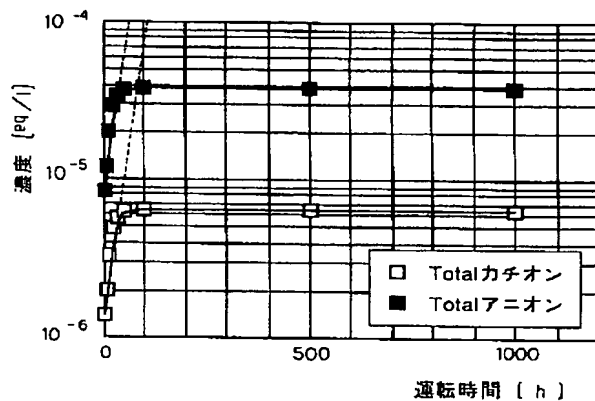
【0033】この実施例では、水質悪化信号を発生する導電率の閾値を平衡値より低い値に設定し、交換する冷却水の流量を一定に設定して水質制御を行ったが、たとえば冷却水の導電率測定信号と閾値信号とを誤差増幅器に入力して冷却水の導電率が設定した値で平衡するようにフィードバック制御を行うことも可能である。また、導電率の値と共にその変化率を監視し冷却水循環系統内の冷却水が急激に悪化していると判断されるときは、導電率の値が設定された閾値に達する前に冷却水交換を開始したり、冷却水交換の流量を増大したりして急激な変化に対応させることもできる。

【0034】なお、冷却水の水質監視及び制御を冷却水のpHによって行っても同様の結果が得られる。電池冷却水系に用いる機器及び装置用の接水部は、例えばテフロンのような耐腐食性を有する材質を、また電池冷却管は、例えばテフロンのようなフッ素樹脂化合物または珪素化合物のような絶縁性能をも持つ材質にて構成されており、水質汚染及び導電性を最小限に抑えているため燃料電池運転上問題はない。

#### 【0035】

【発明の効果】本発明によれば、燃料ガスと酸化剤とを反応させて発電する燃料電池において、従来必要とされていたイオン交換樹脂を含む水処理装置が不要となるので、装置構成が非常に簡単になる。また、イオン交換樹脂の再生や交換といった保守作業の必要もなくなる。さ

【図3】



らに、実際の冷却水の水質を常時監視して水質管理を行っているので、燃料電池の運転中に水蒸気分離器から水蒸気を取り出すことによって冷却水中の不純物が濃縮されて冷却水水質が悪化しても直ちにその変化に対処することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による燃料電池システムの系統図。

【図2】 従来の燃料電池システムの系統図。

【図3】 電池冷却水中の総カチオン・総アニオン濃度の経時変化を示す図。

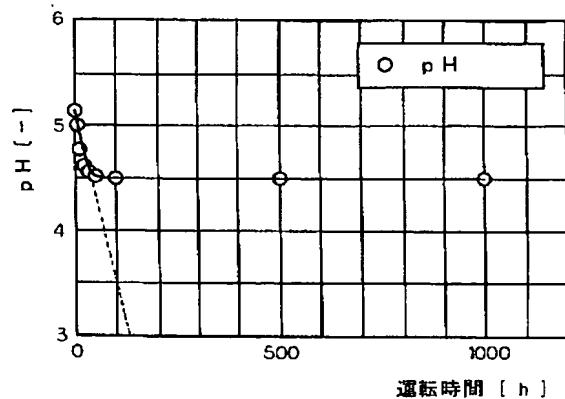
【図4】 電池冷却水のpHの経時変化を示す図。

【図5】 電池冷却水の導電率の経時変化を示す図。

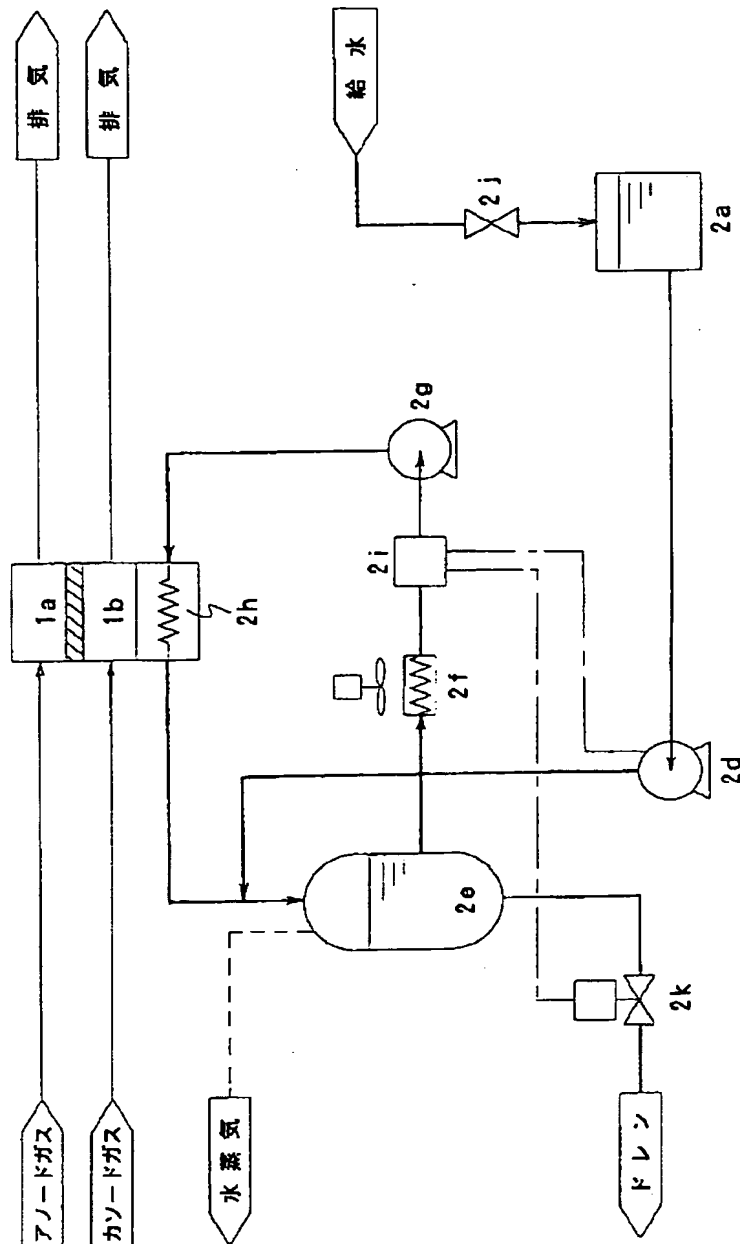
#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池本体
- 1 a 燃料極
- 1 b 酸化剤極
- 2 電池冷却水系
- 2 a 水タンク
- 2 b 給水冷却器
- 2 c 水処理装置
- 2 d 給水ポンプ
- 2 e 水蒸気分離器
- 2 f 電池冷却水冷却器
- 2 g 冷却水循環ポンプ
- 2 h 燃料電池本体冷却管
- 2 i 水質監視装置

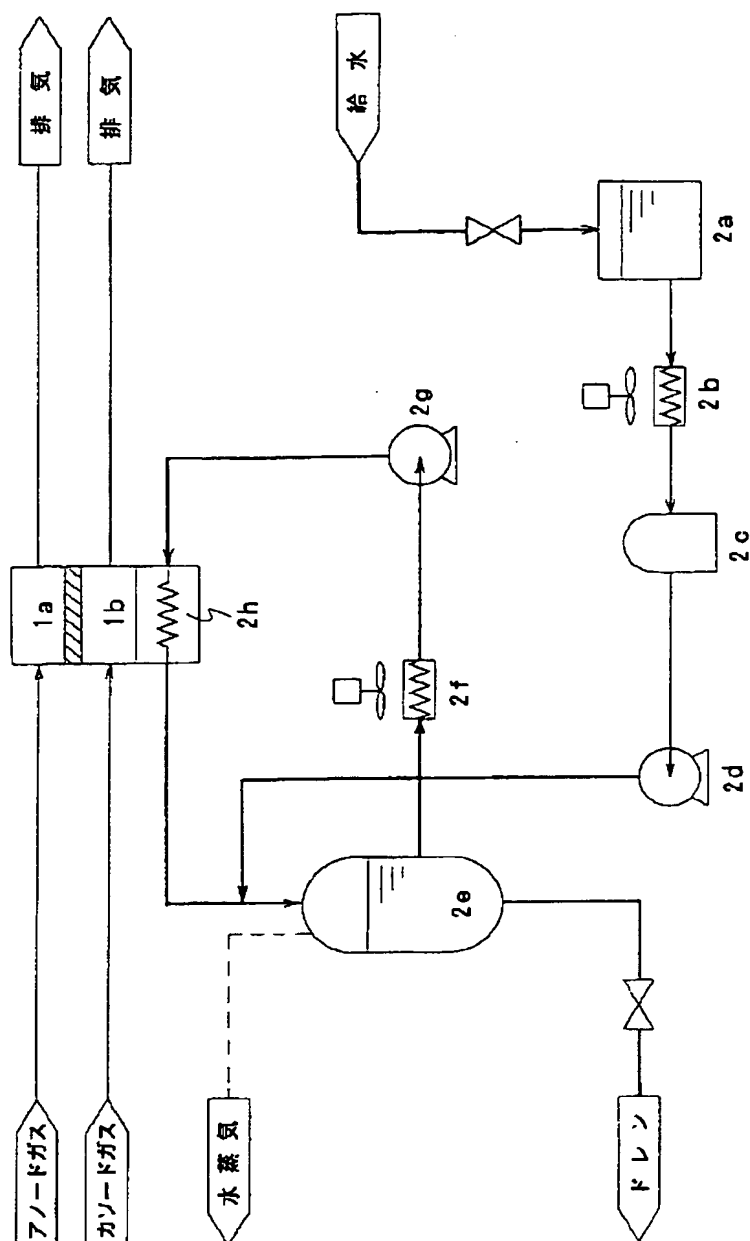
【図4】



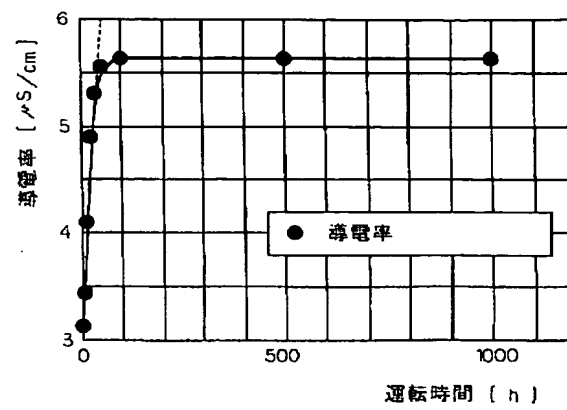
【図1】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 天野 義明  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 水庭 文雄  
茨城県日立市弁天町三丁目10番2号 日立  
協和工業株式会社内